한국항해항만학회지 제45권 제3호
J. Navig. Port Res. Vol. 45, No. 3 : 095-101, June 2021 (ISSN:1598-5725(Print)/ISSN:2093-8470(Online))
DOI : http://dx.doi.org/10.5394/KINPR.2021.45.3.095

정박 중 발생한 준해양사고 원인에 대한 통계 분석 연구

† 노범석 · 강석용*

*,† 한국해양수산연수원 교수

A Statistical Analysis of the Causes of Marine Incidents occurring during Berthing

† *Boem-Seok Roh · Suk-Young Kang**

**,† Professor, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Korea*

요 약 : 하인리히의 법칙에 근거한 준해양사고는 사고를 미리 방지할 수 있는 수단으로서 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 정성적 데이터가 주를 이루는 정박 중 발생한 준해양사고에 대해 다양한 통계 분석 방법을 활용하여 정량적 결과를 도출하고자 하였다. 이를 위해 다양한 해운회사로부터 준해양사고 자료를 수집하여 분석에 쉽도록 재분류하였고, 텍스트마이닝 분석기법을 활용하여 1차 분석하여 주요 키워드를 도출하였다. 도출된 키워드는 전문가 집단의 검증을 거쳐 의미 있는 단어만 선택되었고, 시계열 및 군집 분석을 시행하여 정박 중 발생할 수 있는 준해양사고를 예측하였다. 이를 통해, 데이터 분석기술을 활용하면 정성적 준해양사고 자료를 정량화된 데이터 전환과 통계적 분석이 가능함을 확인할 수 있었다. 또한, 발생 가능한 준해양사고의 경향을 파악함으로써 원인과 예방 대책에 대한 정보 제공도 가능함을 확인할 수 있었다.

핵심용어 : 준해양사고, 정성적 데이터, 통계 분석, 텍스트마이닝, 시계열 및 군집 분석

Abstract : *Marine Incidents based on Heinrich's law are very important in preventing accidents. However, marine Incident data are mainly qualitative and are used to prevent similar accidents through case sharing rather than statistical analysis, which can be confirmed in the marine Incident-related data posted in the Korea Maritime Safety Tribunal. Therefore, this study derived quantitative results by analyzing the causes of marine incidents during berthing using various methods of statistical analysis. To this end, data involving marine incidents from various shipping companies were collected and reclassified for easy analysis. The main keywords were derived via primary analysis using text mining. Only meaningful words were selected via verification by an expert group, and time series and cluster analysis were performed to predict marine incidents that may occur during berthing. Although the role of an expert group was still required during the analysis, it was confirmed that quantitative analysis of marine incidents was feasible, and iused to provide cause and accident prevention information.*

Key words : *marine incidents, qualitative data, statistical analysis, text mining, time series & cluster analysis*

1. 서 론

국내 해양사고 발생 건수 및 선박 척수는 매년 증가하고 있으며 Fig. 1에서 확인할 수 있듯이 2015년 이후로도 계속되고 있다(KMST, 2021). Kim et al.(2011)은 해양사고의 특성상 한 번의 사고는 해양환경 및 선박과 선원에 막대한 손실을 초래할 수 있다고 언급하여 해양사고의 심각성을 주장하기도 하였다.

한편, 국제해사기구(International Maritime Origination, 이하 IMO)는 2010년 1월 국제해양사고조사코드(Code for the Investigation of Marine Casualties)의 발효를 통하여 해양사고에 대한 국제적 안전기준을 마련하고, 해양사고의 재발 방지를 위한 체계적인 노력을 기울여 오고 있다. 더불어 체약국에도 준해양사고 관리를 권고함에 따라 중앙해양안전심판원(이하 중해심)에서는 같은 해 준해양사고 제도를 도입하게 되었다(Lim, 2010; Kang et al., 2018).

준해양사고는 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률(이하 해양사고심판법) 제2조제1호의2에 따라 해양사고를 제외하고 선박의 구조, 설비 또는 운용과 관련하여 시정 또는 개선이 되지 않을 경우 선박과 사람의 안전 및 해양환경 등에 위해를 끼치거나 끼칠 수 있는 사고를 의미한다(KLMG, 2021).

따라서 실제 발생하지 않은 준해양사고를 관리하고 개선함으로써 해양사고를 방지하는 것은 매우 의미 있는 일일 것이다(Roh et al., 2018).

† Corresponding author : 정회원, bsro@seaman.or.kr 051)620-5779
* 종신회원, sykang53@seaman.or.kr 051)620-5802

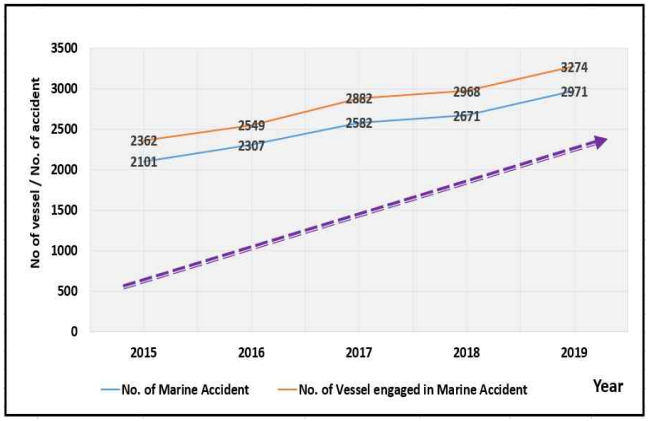

Fig. 1 The status of maritime accidents
Source: http://www.law.go.kr / modified by author

통계분석 방법은 다양한 연구 활동에 이용되었고, 최근에는 빅데이터 분석 방법의 활용도가 증가하고 있다.

빅데이터는 단순히 많은 양의 데이터를 의미하는 것이 아니라, 중요한 정보를 추출하고 분석 목적과 관련된 의사 결정에 활용할 수 있어야만 그 의미가 있을 수 있다. 이러한 빅데이터 분석 및 활용이 새로운 미래기술로 부상하고 있고, 미래 기업과 국가의 경쟁력을 결정할 핵심요소로 빅데이터의 중요성이 높아지면서 세계 각국의 기업과 정부는 빅데이터 기술을 적극적으로 도입하여 활용하고 있다.

최근 들어 해운 분야에서도 빅데이터를 활용한 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 특히 해양안전 분야에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 예를 들면 Song et al.(2014)는 해양사고 관리시스템 개발 및 활용 방안 연구에 빅데이터를 이용하였고, Jang et al.(2019)은 소셜 빅데이터를 이용하여 해상교통 관련 해양안전 영향도 분석을 시행하였다. 또한 Yoon and Oh(2019)는 선박 핵심 설비의 사고 예방을 위해 빅데이터를 이용한 예지 정비 시스템 알고리즘 연구를 진행하였다.

이러한 흐름에 맞춰, 준해양사고 데이터를 활용한 통계분석도 진행되었다. Rho et al.(2018)는 일정 기간동안 발생한 준해양사고와 해양사고 데이터 분석을 통해 상호간의 연관성을 검증하는 연구를 진행하였고, Kang et al.(2018)은 항해 중에 발생하는 준해양사고를 분석하여 의미 있는 결과를 도출하려고 노력하였다. 하지만 선행연구가 항해 중 준해양사고 발생원인에 대해서만 진행되었기 때문에, 정박 중 준해양사고 발생원인에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단하였다. 이는 정박 중 주로 발생하는 준해양사고와 항해 중 주로 발생하는 준해양사고의 종류가 다르고, 이에 따라 발생원인도 다르기 때문에 해운회사(이하 선사)에서는 선박의 운항 상태에 따라 해양사고 및 준해양사고를 분리하여 관리하는 것이 일반적이다.

따라서 본 연구에서는 정박 중 발생한 준해양사고에 대한 단편적이고 정성적 데이터에 텍스트 마이닝과 시계열 및 클러스터 분석기법을 적용하였다. 적용 결과를 바탕으로 준해양사고 데이터를 정량적으로 분석할 수 있는 방향성을 제시하였다.

2. 분석 방법

Kim(2006)에 따르면 해양사고에 대한 통계분석을 위해서는 해양사고 내용이 모두 수량화되어야 하며, 사건 내용을 양적 데이터(quantitative data)로 수량화시킨 데이터베이스(D/B)가 필요하다고 하였다.

하지만 준해양사고 보고서의 내용은 날짜, 장소, 사고유형 등은 정량적이지만, 개요, 원인, 대책 등은 텍스트와 같은 정성적 형식으로 작성되고 있다. 이 때문에 기존의 통계분석을 이용하기 힘들고, 이에 따라 객관성을 확보하기가 어렵다(Kang et al., 2018).

준해양사고 보고서의 내용을 기반으로 만들어진 중해심의 공표자료도 마찬가지이다. 보고된 내용에 대하여 전문가 집단의 의견이 포함된 단순한 내용 검토 및 교훈과 이에 따르는 예방 대책 제시가 주를 이룬다. 즉 발생 당시의 개요와 상황을 설명하는 사실을 글로써 기술하여 보고하게 되어 있고, 내용 중 일부를 수치화하고 있지만, 분석 가능한 정형적 데이터가 부족하여 중요 사항에 대한 객관성이 미흡하고, 실제 현장에 적용하기에는 한계성이 있다. 이 때문에 준해양사고에 대한 통계분석을 포함하여 정량적인 데이터를 제공하는 데 한계가 있다.

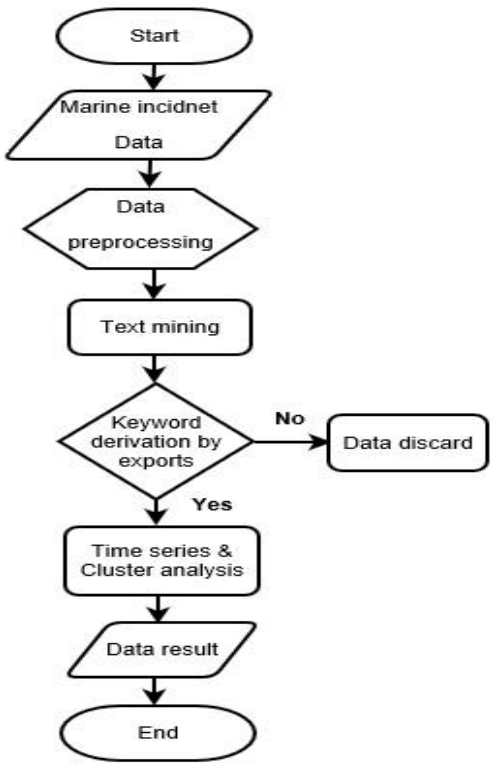

Fig. 2 Data analysis process

Fig. 2는 본 연구를 수행하기 위한 순서도이다.

먼저 각 선사로부터 수집된 텍스트 위주의 준해양사고 데이터를 통계분석에 용이하도록 정량적 데이터로 재분류하였다.

분류된 데이터를 활용하여 1차적으로 텍스트 마이닝 분석을 통하여 다빈도 용어를 도출하였고, 도출된 용어에 대하여 전문가 집단의 의미 부여 작업을 수행하였다.

전문가 집단에 의하여 선택에 키워드는 시계열 및 군집분석을 통하여 최종적으로 준해양사고 예방에 활용될 수 있도록 하였다.

Table 2 Classification of the Marine incident in port

Category
6 types of Marine incidents : Fire, Engine, Marine pollution, Explosion, Personal death or injuries, Equipment
5 types of vessels : Container ship, Tanker, Bulk carrier, Liquified gas carrier, Car carrier
Detail of event, Cause of accident, Prevention measures
Data and place of occurrence

2.1 준해양사고 데이터 전처리

먼저 각 선사 및 준해양사고 공표자료, 준해양사고 뉴스레터 등을 통해서 수집된 데이터를 분석 작업이 가능하도록 Table 1과 같이 재분류하였다. 분류기준은 정박 중 주로 발생하는 준해양사고 6가지 유형에 대하여 5가지 선종, 사고 개요/원인/대책, 날짜와 장소 등으로 나누어 Table 2와 같이 구분하였다.

Table 1 Data preprocessing of marine incident in port

NO.	Ship' Type	Data(Local)	Place	Marine Incident Type	Details of Event	Cause of Incident	Preventive Measures
1	Tanker	2018-02-08	In port	Equipment	For the inspection,..	Improper Lifting, Handling...	There are much...
2	Tanker	2018-02-25	In port	Equipment	When berthed at SINIPECT...	Port and Berthing Facilities...	As the experience,...
.	.	.	.	.	.	.	.
1500	Bulk Carrier	2019-03-22	In port	Equipment	In Singapore, the hatch...	Poor Housekeeping	Conduct education to all...
.	.	.	.	.	.	.	.
2106	Bulk Carrier	2020-07-09	In port	Engine	During UMA rounds of...	Bunkers and/or Lub Oils	Changed gravity disc as...

준해양사고 데이터는 2018년 1월부터 2020년 7월 31일까지 13개 선사, 준해양사고 공표자료, 준해양사고 뉴스레터 등으로부터 수집된 자료이고, 이 중 분석에 사용된 정박 중 준해양사고 건수는 2,106건이다.

선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 제2조 제2항 제6호 및 제9호에서는, 정박과 계류의 의미를 각각 선박이 해상에서 닻을 바다 밑바닥에 내려놓고 운항을 멈추는 것과 선박을 다른 시설에 붙들어 매어 놓는 것이라고 정의하고 있으며, 해상에서는 정박과 계류를 혼용하여 사용하고 있다. 본 연구에서는 정박의 의미를 실제 해상에서 통상적으로 사용하는 부두에 계선줄을 잡은 상태로 정의하고 연구를 진행하였다.

2.2 1차 분석 작업

엑셀을 이용하여 정량적으로 정리한 데이터에 대해서 텍스트 마이닝 기법을 이용하여 1차 분석 작업을 시행하였다. 국립중앙과학관에서 제공하는 빅데이터 자료에 의하면 자연어 처리 기반 텍스트 마이닝은 언어학, 통계학, 기계 학습 등을 기반으로 한 자연언어 처리 기술을 활용하여 반정형/비정형 텍스트 데이터를 정형화하고, 특징을 추출하기 위한 기술과 추출된 특징으로부터 의미 있는 정보를 발견할 수 있도록 하는 기술로 정의하고 있다(Korea Association for ICT Promotion(KAIT), 2020).

Fig. 3은 텍스트 마이닝을 통해 텍스트로부터 의미 있는 패턴을 도출시키는 과정을 보여준다(Kim and Kim, 2016).

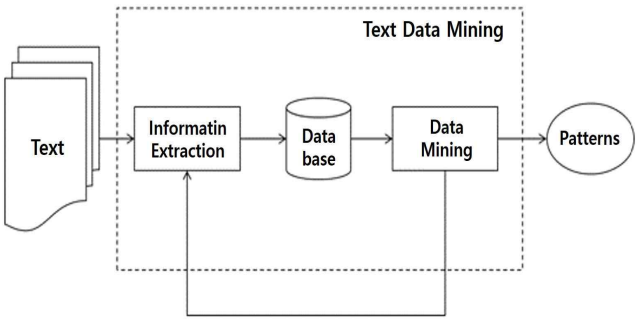

Fig. 3 Components of Text Mining Framework

2.3 2차 분석 작업

텍스트 마이닝 기법을 통해 도출한 중요 키워드만을 가지고 준해양사고의 경향과 예측을 분석하기에는 어려움이 있다. 따라서 2차 분석 작업이 필요하고, 이번 연구에서는 시계열 및 군집 분석을 적용하였다.

통계 숫자를 시간의 흐름에 따라 일정한 간격마다 기록한 통계계열을 시계열 데이터라고 하며, 이 계열의 시간적 변화에는 여러 원인에 기인한 변동이 포함되어 있다. 예를 들면, 돌연적인 사건을 원인으로 하는 것, 해마다 똑같이 되풀이 되는 계절변동, 오랜 세월에 걸쳐 추세적으로 나타나는 구조변동, 1년 이상의 장기간에 걸쳐 규칙적으로 반복되는 순환변동 등이 있는데, 이들 변동이 복잡하게 혼합되어 하나의 시계열 데이터를 이루게 된다.

연구목적에 따라 특정한 원인에 따라 나타나는 변동 부분만을 분리하여 추출하거나 소거하는 일이 필요하게 된다. 이와 같은 통계기술을 사용하는 연구를 시계열분석이라고 한다.(Doopedia, 2020)

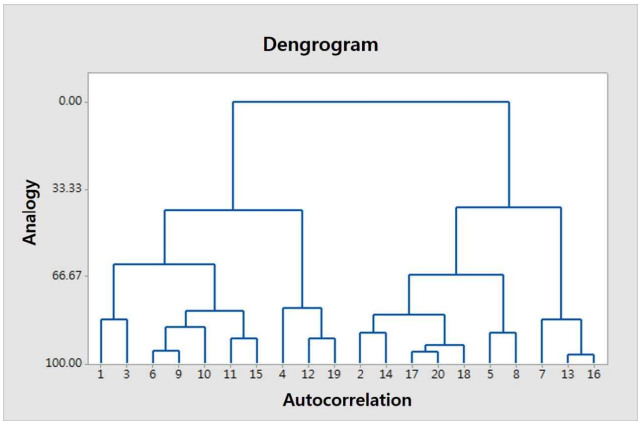

Fig. 4 Dengrogram sample

군집 분석이란, 서로 유사한 정도에 따라 다수의 객체를 군집으로 나누는 작업 또는 이에 기반을 둔 분석이다. 동일한 군집에 속하는 객체 간의 유사도가, 그렇지 않은 객체 간의 유사도보다 평균적으로 높도록 군집을 구성한다. 대표적인 비지도 기계 학습(Unsupervised machine learning) 방법으로, 데이터의 분할 및 요약에 널리 이용되며 데이터에서 유용한 지식을 추출하는 데 활용된다(KAIT, 2020).

Fig. 4는 군집 분석을 나타내는 그래프 중 하나인 덴드로그램이다. 최초 단계에서 각 단계로 올라감에 따라 새 군집이 형성된다. 최종 단계에서 모든 관측치는 하나의 군집으로 결합한다. 이 군집의 패턴을 분석하여 현재 사항과 예측을 시행한다.

3. 분석 결과

3.1 1차 분석 결과

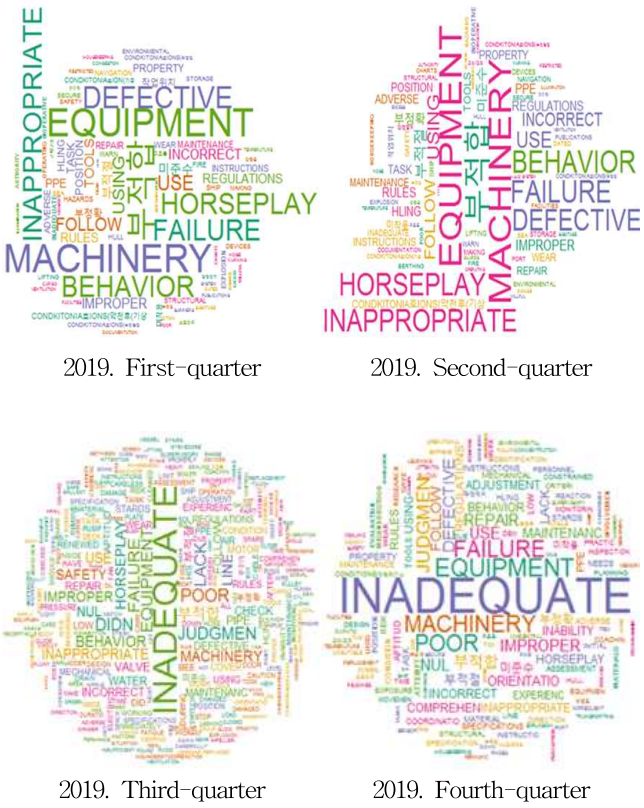

Fig. 5 Text mining on cause of marine incident in port (2019 year)

2018년~2020년까지 전처리 된 준해양사고 데이터를 텍스트 마이닝을 적용하여 분기별로 분석하여 결과를 도출하였다. Fig. 5는 그 중 2019년 결과이며 원본 데이터인 준해양사고 보고서의 원인분석이 한글과 영문을 혼용하여 사용하고 있으므로 결과 값도 한글과 영어가 혼용된 형태로 표기되었다.

분석기간 중 각 분기별로 가장 빈도가 높은 단어가 크게 표시되며, 빈도가 낮을수록 단어는 작게 표시된다. 하지만 현

재의 기술상, 이 방법은 단순히 빈도에 따른 단어 나열에 불과하므로 좀 더 정확한 분석을 위해서 전문가 그룹의 검증작업이 추가되었다.

즉 실제 정박 중 준해양사고 원인과 관계없는 단어는 제거하였다. 예를 들어 2019년 1/2분기에서 빈도가 높았던 'Inappropriate'나 2019년 3/4분기에서는 가장 빈도가 높았던 'Inadequate'이란 단어는 형용사로 사고원인과는 무관한 단어이므로 이런 단어는 제외하였다.

Hit Map	Equipment	Behavior	Horseplay	Defective	Rules	PPE	Position	Tools	Renewed	Maintenance
1st Quarter of 2018	25%	17%	17%	18%	6%	5%	5%	8%	0%	0%
2nd Quarter of 2018	24%	18%	18%	17%	6%	6%	5%	6%	0%	0%
3rd Quarter of 2018	23%	17%	17%	16%	7%	5%	5%	6%	0%	5%
4rd Quarter of 2018	26%	18%	18%	17%	5%	6%	6%	5%	0%	0%
1st Quarter of 2019	24%	15%	15%	16%	6%	5%	6%	7%	6%	0%
2nd Quarter of 2019	28%	18%	18%	17%	6%	7%	0%	0%	6%	0%
3rd Quarter of 2019	24%	16%	16%	16%	8%	7%	6%	0%	6%	0%
4rd Quarter of 2019	23%	16%	16%	11%	9%	9%	8%	0%	8%	0%
1st Quarter of 2020	37%	32%	31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2nd Quarter of 2020	36%	13%	13%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

40% ~ 31% 30% ~ 21% 20% ~ 11% 10% ~ 0%

Fig. 6 Quarterly main keyword rate on cause of marine incident in port(2018 ~ 2020)

텍스트 마이닝과 전문가에 의해 최종 선정된 상위 빈도 10개의 단어에 대해서 Fig. 6과 같이, 히트맵으로 통계 결과를 정리하였다. 히트맵은 1991년 미국의 소프트웨어 디자이너가 고안한 격자형 차트로 수치나 빈도를 기준으로 색을 지정한다. 즉 데이터값이 높거나 그 양이 많은 경우 진한 색을, 낮거나 적은 경우 연한 색을 사용하여 시각적 패턴을 보여주는 차트이다(News Jelly, 2021).

본 연구에서도 히트맵 그래프를 이용하여 발생률이 높아지는 경우 색상을 진하게 표시하였고, 낮은 경우 연한 색으로 표시하였다.

Table 3은 도출된 상위 키워드 10개가 어떤 의미가 있는지를 전문가 그룹에 의하여 정리된 내용이다.

Table 3 Selected keyword analysis

EQUIPMENT	Marine incident by ship's equip. or mach.
BEHAVIOR	Marine incident by activities of crew at sea
HORSEPLAY	Marine incident by carelessness of crew at sea
DEFECTIVE	Marine incident by defective of ship equipment
RULES	Marine incident occurred by non-compliance with company regulations, international and domestic regulations
PPE	Marine incident related to personal protective equipment
POSITION	Marine incident due to missed missions at position of port entry & departure or work
TOOLS	Marine incident occurred during the process using tools, implement, equipment,
RENEWED	Marine incident occurred during the process of renewing spare parts, articles for ship, oil & L.O
MAINTENANCE	Marine incident occurred during the process of maintenance & repair of ship's mach. & equip.

이렇듯 빅데이터 안에서 좀 더 정확한 내용을 분석하고자 할 때는 전문가 그룹에 의한 분석 작업이 반드시 동반되어야 한다. 예를 들어 도출된 키워드 중 'BEHAVIOR'라는 단어가 나왔을 때 정박 중 준해양사고 발생원인이 선원의 행동 중 부주의로 기인할 수 있다거나, 'PPE'라는 단어가 나왔을 때는 개인보호장구 미착용에 의해 준해양사고가 발생할 수 있다는 의미 부여는 전문가 그룹에 의해 수행되어야 한다는 것이다.

분석을 통해 도출된 결과를 바탕으로 정박 중 주요 준해양사고원인을 예측해 보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

(1) EQUIPMENT 키워드의 경우, 2018년~2019년도까지는 비슷한 분포를 보이다가 2020년 들어서서 10% 이상 상승하고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 다른 용어에 비하여 높은 수치를 보인다. 이를 해석해보면 장비에 의한 준해양사고 발생 빈도가 다른 원인보다 높고, 2018년에서 2019년까지 비슷하다가 어떤 원인에 의해 2020년 들어서면서 발생 빈도가 높아지고 있다. 이러한 패턴을 통해 장비 사용 또는 장비 도입에 대한 준해양사고 예방을 위한 조치가 더 필요하다는 교훈을 도출할 수 있다.

(2) POSITION, PPE, RULES 키워드의 경우 2018년부터 2019년도까지 비슷한 경향을 보이다가 2020년 들어서서 거의 발생하지 않으므로, 관련 원인에 대한 예방책이 잘 이루어지고 있다고 분석할 수 있고, 향후 비슷한 경향을 보일 것으로 예측할 수 있다.

(3) TOOLS 키워드의 경우 2019년 초반까지 비슷한 양상을 보이다가 이후 거의 나타나지 않으므로 관련 원인에 대한 예방책이 잘 이루어지지 있고, 향후 비슷한 경향을 보일 수 있다고 예측할 수 있다.

(4) RENEWED 키워드의 경우 2019년 들어서면서 일정비율로 관련 준해양사고가 발생하다가 2020년 들어서면서 발생하지 않으므로 어떤 사유에 의해 증감했는지를 확인하면 예방책을 간구할 수 있다.

(5) BEHAVIOR와 HOESEPLAY 키워드의 경우 분석 기간 비슷한 증가추세를 보이다가 2020년 1분기에 2배가량 급증했다가 다소 감소하는 추세를 보인다. 이를 통해 급증 및 급감 당시 취해진 조치 등을 확인해보면 해양사고 예방 및 예측에 활용할 수 있다.

3.2 2차 분석 결과

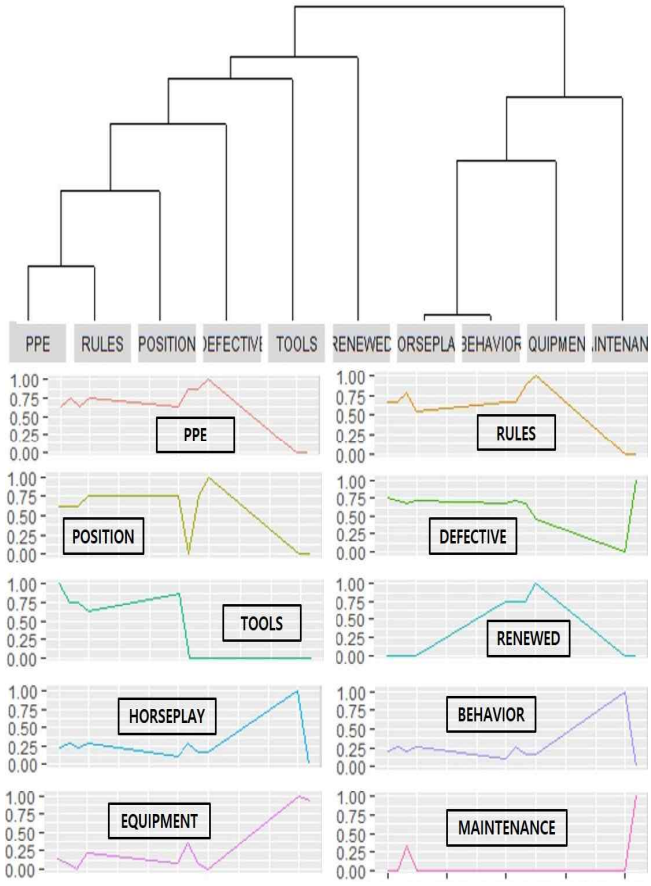

Fig. 7 Time series analysis & cluster analysis on keyword that cause of marine incident in port

선정된 상위 10개 키워드에 대해서 Fig. 7과 같이 시계열 및 군집 분석을 시행하였다.

군집 분석을 덴드로그램으로 나타내면 키워드간의 상관관계와 밀접도 확인이 가능하며, 추가로 전문가 집단의 분석을 통해 높은 상관관계와 밀접도를 보이는 키워드를 가지고 발생할 수 있는 상황에 대해서 예측할 수 있다. 군집 분석 프로그램의 특성상 각 키워드에 대해 끝까지 병합하는 과정이 발생하므로 여기에서는 2~3단계까지의 상관관계와 밀접도에 대해서만 평가한다.

(1) 군집 분석 그래프에서 보면 RULES라는 키워드의 빈도가 높은 구간에서 PPE 키워드의 빈도도 높게 나오고, 반대의 경우도 그러하므로 키워드간의 관계가 형성되는 것을 알 수 있으며, 이를 통해 예측 분석을 해보면 PPE 장비 등이 규정과 맞지 않아 준해양사고가 발생할 수 있음을 예측할 수 있다.

(2) 군집 분석 그래프에서 보면 1차적으로 RULES와 PPE 키워드의 관계가 형성되고 2차적으로 POSITION 키워드도 관계가 형성되는 것을 알 수 있다. 이것을 1, 2단계로 나누어 예측 분석을 해보면 1단계에서 PPE 장비의 규정 미준수에 의한 준해양사고의 예측이 가능하고, 2단계에서는 PPE 장비의 규정 미준수 상황을 처리하는 과정에서 부주의한 위치 선정으로 준해양사고 발생을 예측할 수 있다.

4. 결론 및 고찰

본 연구를 통해 텍스트 위주로 되어 있는 정박 중 준해양사고 데이터를 다양한 통계 기법을 활용하여 정량적으로 분석하고자 하였다.

첫 번째로 서술 위주의 정박 중 준해양사고 데이터를 분석에 용이하도록 재정리하였다.

두 번째로 텍스트 마이닝이라는 분석기술을 활용하여 다빈도 용어를 도출하였고, 이 단어 중 실제 준해양사고와 연관없는 단어는 제외하였다.

마지막으로 상위 10개의 키워드를 선정하여 시계열 및 군집분석을 시행하였다.

이를 통해 빅데이터 분석기술을 활용하면 정량화된 데이터 전환과 통계적 분석이 가능함을 확인할 수 있었다. 또한, 발생 가능한 준해양사고의 경향을 파악함으로써 원인과 예방 대책에 대한 정보 제공도 가능함을 확인할 수 있었다.

다만 이번 연구의 한계는 준해양사고 데이터의 부족 및 한정된 연구 기간과 분석의 과정마다 관련 내용을 이해하는 전문가 그룹의 정성적인 분석이 불가피하다는 점이다.

이러한 부족한 부분은 장기간의 걸쳐 빅데이터를 구성하고, 분석과정 중에 나타나는 오류와 사람의 개입에 대한 부분을 축적된 데이터를 바탕으로 자동화한다면 충분히 개선 가능하리라 판단된다.

끝으로 분석된 정박 중 준해양사고 원인에 대해서, 실제 해양사고와의 관계를 비교 검증할 수 있는 연구가 진행된다면 이번 연구의 신뢰성이 높아질 것으로 사료된다.

References

[1] Doopedia(2020), Time Series Analysis, https://www.doopedia.co.kr/search/encyber/new_totalSearch.jsp.

[2] Jang, J. M., Lee, U. B. and Jung, H. Y.(2019), "Analysis of Marine Safety Impacts Using Social Big Data in Marine Transportation", Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 37, No. 2, pp. 148-167.

[3] Kang, S. Y. et al.(2018), "An Analysis of Causes of Marine Incidents at sea Using Big Data Technique", The Journal of Korean Society on Marine Environment

& Safety, Vol. 24, No. 4, pp. 408-414.
[4] Kim, C. G.(2006), “A Study on the Development of Marine Casualty Forecasting System”, Mokpo National Maritime University, 12.
[5] Kim, H. T., Na, S. and Ha, W. H.(2011), “A Case Study of Marine Accident Investigation and Analysis with Focus on Human Error”, Journal of the Ergonomics Society of Korea Vol. 30, pp. 137-150.
[6] Kim, J. Y. and Kim, D. S.(2016), “A Study on the Method for Extracting the Purpose-Specific Customized Information from Online Product Reviews based on Text Mining”, The Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 21, No. 2, pp. 151-16.
[7] Korea Association for ICT promotion(2020), Cluster Analysis, http://word.tta.or.kr/dictionary/searchList.do.
[8] Korea Maritime Safety Tribunal(2021), Maritime Accident Statistics, www.kmst.go.kr/kmst/statistics/annualReport/selectAnnualReportList.do.
[9] Korea Association for ICT Promotion(2020), Text Mining, http://word.tta.or.kr/dictionary/searchList.do.
[10] Lim, C. H.(2010), “A Study on the Introduction of IMO Casualty Investigation Code and Marine Safety Investigation System in Korea”, The Journal of Korean Society on Marine Environment & Safety, Vol. 16, No. 1, pp. 57-63.
[11] National Law Information Center(2021), Marine Accidents Inquiry Act, https://www.law.go.kr/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%ED%95%B4%EC%96%91%EC%82%AC%EA%B3%A0%EC%8B%AC%ED%8C%90%EB%B2%95#undefined.
[12] News Jelly(2021), Heat Map, https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=29825914&memberNo=35871176&vType=VERTICAL.
[13] Rho, B. S. et al.(2018), “A Study on the Relation between Marine Incidents and Marine Accidents using Statistical Analysis”, Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 30, No. 4, pp. 1208-1214.
[14] Song, H. W. et al.(2014), "A Study on the Development and Application of Marine Accident Management System", Korean Institute of Navigation Port Research Conference Proceedings, pp. 311-315.
[15] Yoon, I. H. and Oh, J. M.(2019), "A study on the development of predictive maintenance system algorithm for ship's core equipment", Conference Proceedings, p. 112.

Received 01 February 2021
Revised 15 February 2021
Accepted 06 May 2021